

# CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO DE LOS PECES FOSILES DE CHAPALA Y ZACOALCO (ATERINIDOS Y CIPRINIDOS)

JOSÉ ALVAREZ DEL VILLAR\*

Como se dijo en un trabajo dedicado al estudio de los bagres fósiles de Chapala (Alvarez, 1966), se recibió en el Laboratorio de Cordados del Departamento de Zoología de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional, un rico material de huesos fósiles y subfósiles de peces, recogidos en inmediaciones y en las playas de las lagunas de Chapala y Zacoalco, Jal. El envío de estos restos fue hecho por el Ing Federico A Solórzano, por intermedio del Prof José Luis Lorenzo, jefe del Departamento de Prehistoria del Instituto Nacional de Antropología e Historia, y por gestiones del biólogo Ticul Alvarez, del Laboratorio de Paleontología del mismo Instituto. A todos ellos se agradece la interesante aportación. De este material fueron estudiados, en primer lugar, los restos pertenecientes a bagres y los resultados se publicaron en el Núm 1 de la Serie Paleoecología, editada por el INAH. El remanente de los huesos pertenece principalmente a pescados blancos y ciprínidos y son la base del presente trabajo.

Las biólogas María Eugenia Moncayo y Celia Guerra, colaboraron entusiasta y eficazmente en la preparación del material; la persona mencionada en primer lugar, experta en Osteología de peces, contribuyó con sus opiniones a la identificación de las piezas.

Son miras del presente estudio: contribuir al conocimiento de los peces fósiles de México; colaborar con el INAH en el análisis del material aportado por el Ing Solórzano, y que la identificación de las piezas dé idea de la ictiofauna que existió en aquella región, por lo menos desde el Pleistoceno; asimismo, que los huesos plenamente reconocidos, sirvan como base de comparación al estudiar nuevo material que se encontrara en la misma o en diferente localidad.

## Material y métodos

Ya en el trabajo relativo a los bagres (Alvarez, *op cit*) se dice que de acuerdo con las indicaciones del Ing Solórzano, los restos fueron colectados principalmente en la playa de la laguna de Zacoalco, Jal, y en la correspondiente a la zona occidental de la laguna de Chapala, en el mismo Estado, desde Mezcala en el litoral del norte, hasta San Luis Soyatlán en el del sur. Las piezas estaban enterradas a profundidades de 0.10 a 1.5 m. El hecho de que los restos no hayan sido recolectados en un yacimiento único y definido, impide cualquier certeza sobre la edad precisa de los fósiles. Como se indica en el trabajo de referencia, el estado de mineralización de los huesos es muy diverso; los hay tan poco transformados que pueden considerarse actuales, y desde tal condición hasta los que están por completo mineralizados, hay toda una gama de fosilización. Esto impide referir el estudio a los peces de edad determinada, pero puede decirse que se depositaron por lo menos desde el Pleistoceno, época a que probablemente corresponden las piezas más antiguas, ya que en las mismas condiciones de distribución y localización, se colectaron restos de mamíferos propios de la edad mencionada.

El material estudiado comprende cerca de 4 400 piezas más o menos completas y numerosas fracciones de difícil identificación. No se trató de reconocer todos los fragmentos, aunque en ciertos casos y con mayor o menor dificultad hubiera sido posible, porque, como se especificó en algún párrafo anterior, uno de los objetivos del trabajo es contribuir a la determinación de la ictiofauna chapálica de tiempos remotos.

Fue tarea básica la preparación de esqueletos pertenecientes a las especies que viven actualmente en aquellos lagos, desarticular los componentes y comparar los huesos con el fin de reconocer las particularidades genéricas y las diferencias específicas en cada familia.

\* Becario de la Comisión de Operación y Fomento de Actividades Académicas del IPN (COFAA).

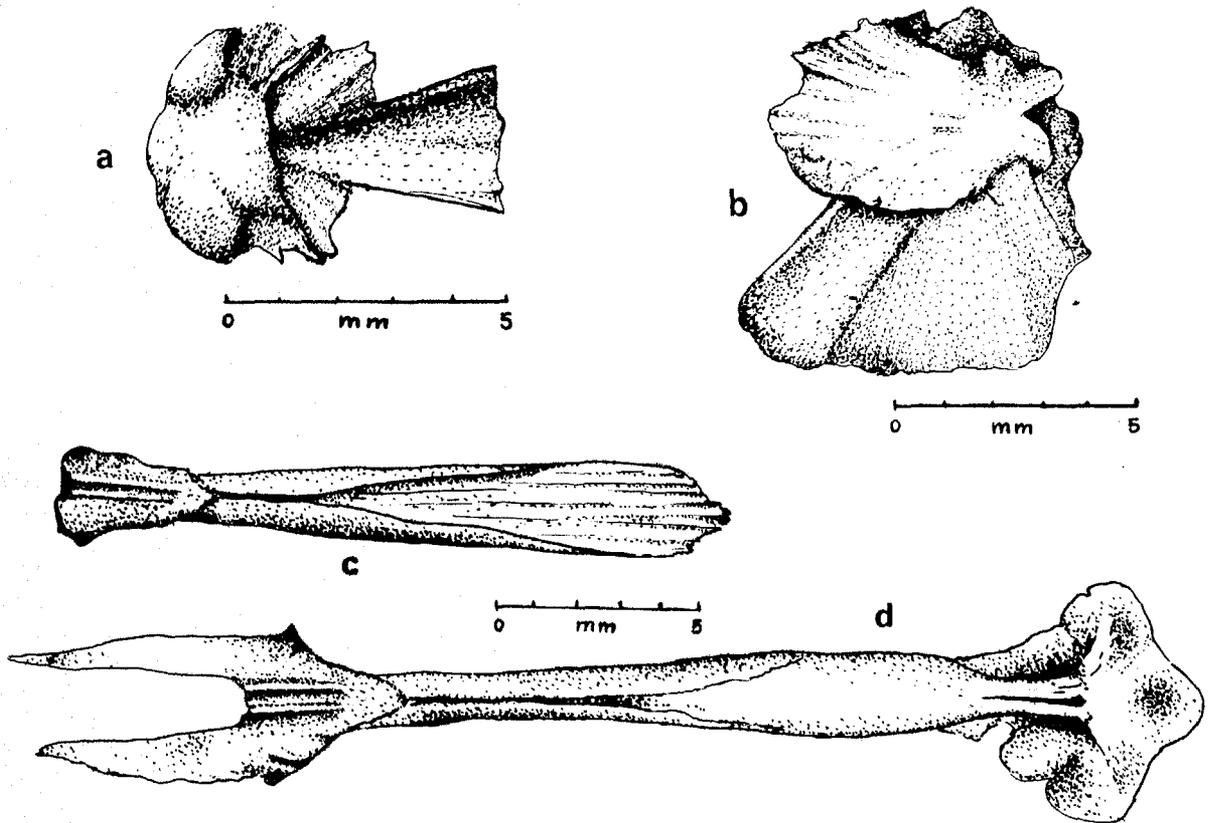


Fig 1. Ejemplares de prevómer (a), paraesfenoides (c) y esfenótico (b) de los aterínidos encontrados en Chapala, mismos que no fue posible atribuir a una especie determinada

Ya con conocimiento de los rasgos correspondientes a cada grupo ictiológico contemporáneo, se separaron los fósiles en aterínidos —que son los más numerosos—, ciprínidos y goodeídos. En seguida se procedió a reconocer los géneros y por fin las especies cuando fue posible. Debe advertirse que en el caso de los aterínidos, a pesar de que *Chirostoma* y *Otalia* se pueden separar perfectamente, se manejaron como si se tratara de un solo género, en cuanto a los fósiles.

Como la importante aportación de material a que ahora se hace referencia fue recogida directamente, es decir, levantando del sustrato solamente lo que la vista del colector descubrió, los huesos pequeños no están representados. Tal circunstancia da la errónea impresión de que las especies de menor longitud no existían. Se hace necesario recolectar más abundante material, no solamente en una localidad que sea posible determinar en cuanto a edad, sino empleando métodos que permitan obtener hasta las piezas de menor tamaño.

En la presentación de las observaciones, se atiende primero a los aterínidos, y en seguida a los ciprínidos. La referencia a los huesos se inicia con los del esqueleto axial; primeramente, en el cráneo, la región olfatoria; sigue la orbital, y tras de continuar en sentido posterad, se aborda lo concerniente a la columna vertebral, hasta las placas hipúricas, para finalizar con el llamado esqueleto apendicular.

#### Estudio osteológico de los Aterínidos

Diez son las especies que alguna vez se han mencionado, pertenecientes a esta familia, y a la vez como elementos de la ictiofauna de Chapala: *Chirostoma arge*, *Ch jordani*, *Ch labarcae*, *Ch diazi*, *Ch sphyraena*, *Ch consocium*, *Ch chapalae*, *Ch lucius*, *Ch ocotlanae* y *Otalia promelas*. Algunas reciben, por su gran tamaño, la denominación general de pescados blancos, aunque con nombres particulares más o menos correlativos a las especies, y otros, de talla menor, se conocen como charales, aun cuando entre estos últimos pueden comprenderse ejemplares de las especies grandes, que no han crecido.

## Cráneo

**Región olfatoria. Prevómer (Fig 1a).** Es hueso impar y relativamente plano, que se localiza en la parte anterior del cráneo, debajo del etmoides. Por la cara dorsal se aprecian 3 superficies convexas anteriores y hacia atrás se ve, en los fósiles, parte que suele llamarse pecíolo del prevómer, y es la porción que penetra entre los bordes del paraesfenoides.

En el material estudiado, éste fue el único hueso correspondiente a la región que nos ocupa y está representado por 4 piezas que corresponden a la parte anterior del prevómer. Se puede decir que las piezas pertenecen a las especies mayores de aterínidos, pero sin que sea factible señalarlas.

**Región orbital. Paraesfenoides (Fig 1c).** Se encuentra en el plano medio sagital, formando parte del límite ventral del neurocráneo. Es alargado; tiene el tercio anterior plano espatulado, el central sensiblemente cilíndrico y el posterior formado por láminas delgadas y simétricas.

Se encontraron 15 paraesfenoides de aterínidos, pero no fue posible definir a qué especie pertenecen, no sólo porque las diferencias interespecíficas son imperceptibles, sino porque 9 de los fósiles son fragmentarios. Sin embargo, como dichas piezas miden de 17 a 27 mm desde la bifurcación de las láminas posteriores hasta el extremo anterior y en virtud de que en un ejemplar de *Chirostoma ocotlanae* actual que midió 350 mm de longitud patrón, la dimensión en el paraesfenoides antes aludida fue de 20 mm, se infiere que los fósiles pertenecen a ejemplares de las especies mayores.

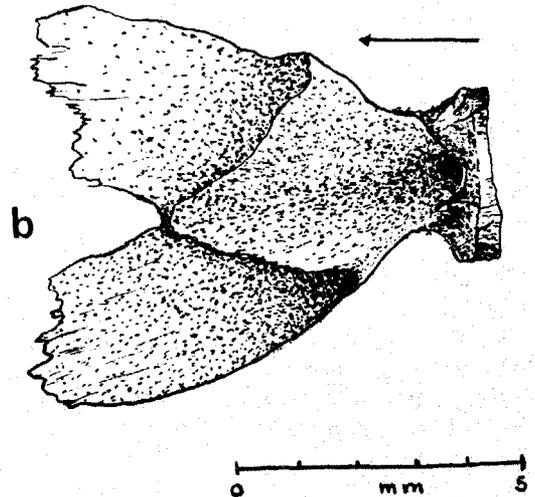
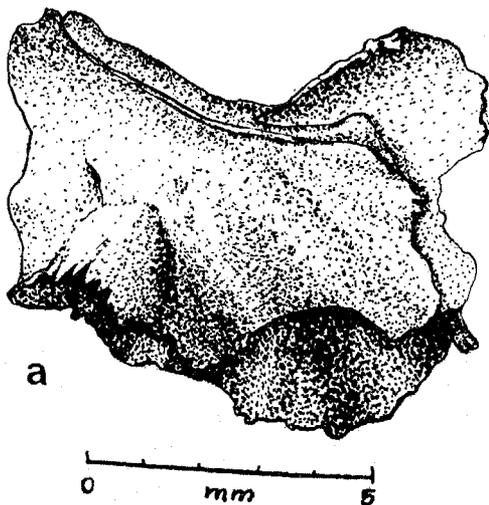
**Esfenótico (Fig 1b).** Es par, se encuentra en la región posterior de la órbita y está formado por 2 partes, una laminar dorsal y otra masiva ventral. Dos piezas fósiles pertenecientes a los aterínidos hay en el lote estudiado, pero tampoco en este caso se puede ir más allá de la determinación familiar.

**Proóticos (Fig 2a).** Huesos pares de estructura compleja, tienen contorno poligonal, con la *bulla acustica utricularis* en el ángulo ventral posterior; la región dorsal del hueso es sinuosa y está atravesada por un refuerzo, por delante del cual se divide el proótico en una región dorsal perforada y otra ventral provista de 2 láminas.

Diez de estas piezas aparecieron en el material de Chapala, pero debido al deterioro en que se encuentran y porque no se puede distinguir ninguna característica específica, solamente es dable concluir que todos ellos pertenecen a la familia de los aterínidos.

**Región basicraneal. Basioccipital (Fig 2b).** Se trata de un hueso impar perteneciente a la porción ventral posterior del cráneo; se localiza por debajo del *foramen magnum*. En los aterínidos es bastante sencillo; pueden considerarse en él 2 regiones: una anterior, más o menos laminar, que por la parte ventral se ve compuesta de 2 ramas alargadas y por la dorsal presenta 3 cavidades separadas por 2 lamelas oblicuas y longitudinales. La región posterior, llamada proatlas, tiene la

Fig 2. Muestras de proóticos y basioccipital, los primeros de estructura compleja y contorno poligonal; el segundo con región anterior casi laminar y región dorsal de 3 cavidades



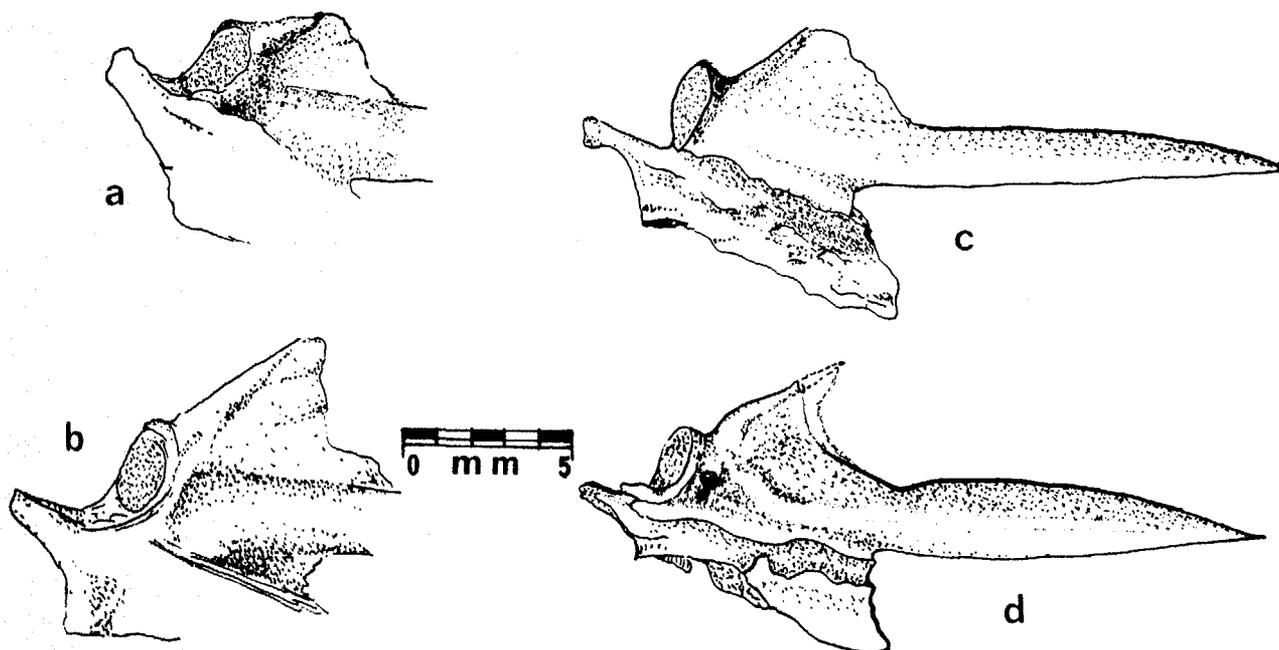


Fig 3. Entre los articulares fue posible clasificar algunas peculiaridades y distinguir el de *Ch consocium* (a), el de *Ch lucius* (b), los de *Ch sphyraena* (c) y *Ch diazi* (d)

aparición de media vértebra que presentara hacia atrás su cara intervertebral cóncava, como corresponde a las anficélicas de los teleósteos.

No fue posible establecer las diferencias que parecen existir entre las especies de *Chirostoma* actuales, incluyendo a *Otalia*, pues éste es un problema complejo e interesante, cuya resolución tomará mucho tiempo. Para los fines de la presente contribución y considerando que los basioccipitales de aterínidos que se separaron del material de Chapala, están algo deteriorados, sólo se les identifica hasta la familia.

**Región oromandibular. Articular.** Se aloja en la cara interna de cada dentario; en la porción anterior pueden distinguirse 3 estructuras: una central, más o menos espiniforme y relativamente gruesa, que suele llamarse simplemente "espina"; la estructura dorsal es triangular y por lo general está bordeada en el perfil externo, por un reborde que a veces asume caracteres de espina. La tercera de las estructuras es ventral, también laminar y está recorrida horizontalmente por parte del canal mandibular del sistema de la línea lateral.

La porción posterior del articular es más o menos masiva; en ella se encuentra una superficie

por medio de la cual se articula este hueso con el cuadrado; dicha superficie articular está suplementada por una espina.

Por lo general, en los huesos fósiles el tubo de la línea lateral propio de la estructura anteroventral se encuentra descubierta por rotura de su pared exterior.

Aunque los huesos de cada una de las especies son sumamente parecidos, existen algunos pormenores que permiten, a juicio del autor, separar los articulares y asignarlos a una de las especies, por lo menos en la ictiofauna de Chapala.

El tamaño tan pequeño de *Chirostoma arge* y *Ch chapalae*, excluye la posibilidad de que los restos con dimensiones mayores puedan ser identificados con tales especies.

El carácter que diferencia los articulares de *Ch diazi* (Fig 3d), de los cuales se encontraron 9, radica en la cara convexa de la espina, ya que el reborde central que la delimita en toda su longitud, al llegar a la parte posterior del recorrido, sufre una notable desviación dorsal.

En las demás especies actuales examinadas, el borde externo de la espina carece de la desviación antes aludida. De éstas, *Ch sphyraena* (Fig 3c), representada por 10 fósiles, puede separarse, porque la superficie articular está rodeada en la parte inmediata por un estrechamiento a manera de cuello; el engrosamiento marginal de la estructura dorsal no nace al nivel de la superficie articular.

Hay un articular de *Ch consocium* (Fig 3a) que se distingue de los antes citados porque no tiene, como sucede en *Ch diazi*, la curvatura dorsal del borde interno de la espina, y de *Ch sphyraena*, porque la cara articular no está circunscrita por un estrechamiento a manera de cuello; entre dicha cara y el borde espiniforme de la estructura dorsal, hay apenas un abultamiento que separa ligeramente las 2 partes. Además, el borde espiniforme de la estructura dorsal es corto, su longitud iguala, más o menos, al mayor diámetro de la cara articular y forma con el eje principal de la espina central, un ángulo como de 60°.

De *Ch lucius* (Fig 3b) también hay una sola pieza; es muy parecida a las de *Ch consocium*, pero difiere en que el borde espiniforme de la estructura dorsal, se separa de la cara articular, es más grueso y su longitud es mayor que cualquier diámetro de la cara articular.

Resumiendo: se pudieron identificar 9 articulares de *Chirostoma diazi*, 10 de *Ch sphyraena*, 1 de *Ch consocium* y 1 de *Ch lucius*.

**Huesos dentados.** Fue posible distribuir estas piezas de acuerdo con el tamaño de los dientes en los ejemplares actuales y en los fósiles, teniendo en cuenta la huella de los alveolos: unas especies tienen dientes grandes y poco numerosos en el extremo anterior, tanto del premaxilar como del dentario, y otras tienen, en tal región, dientes más numerosos y no mucho más grandes que los inmediatamente posteriores.

Del primer grupo se distinguen 2 especies de mayor tamaño: *Chirostoma sphyraena* y *Ch diazi*; 2 de mediana talla: *Otalia promelas* y *Ch labarcae*, y una especie pequeña: *Ch arge*.

**Premaxilares.** Forman la mandíbula superior; son delgados y hasta cierto punto laminares. El borde inferior está armado de dientes y en el superior es muy notable una prolongación delgada que recibe el nombre de proceso ascendente.

Tanto los premaxilares de *Ch sphyraena* como los de *Ch diazi*, tienen dientes notablemente grandes y poco numerosos, que al desprenderlos dejan alveolos de diámetro dilatado. Desgraciadamente, no hay entre los fósiles pieza alguna que pueda asignarse a cualquiera de dichas especies.

En *Ch consocium* (Fig 4a) los dientes de las 2 terceras partes anteriores de la zona dentada, son notablemente uniformes en cuanto a tamaño; sin embargo, se encuentran poco mayores los de la región adyacente al premaxilar opuesto y se nota cierta gradación hacia atrás. Los del tercio posterior son bastante menores. Esta parte del premaxilar es más ancha que cualquiera otra de la zona dentada.

Los dientes que arman la región anterior del premaxilar en *Ch lucius* (Fig 4b) son más grandes y fuertes, pero a diferencia de los de *Ch consocium*, esta región no va más atrás del borde delantero del proceso ascendente. Los dientes que siguen hacia atrás son abruptamente menores, aunque la diferencia de tamaño con los precedentes no es mucha. Estos últimos van disminuyendo en cuanto a longitud, a medida que se encuentran más posteriores. En los restos fósiles la disposición de los dientes no es muy perceptible, pues la diferencia en el tamaño de las

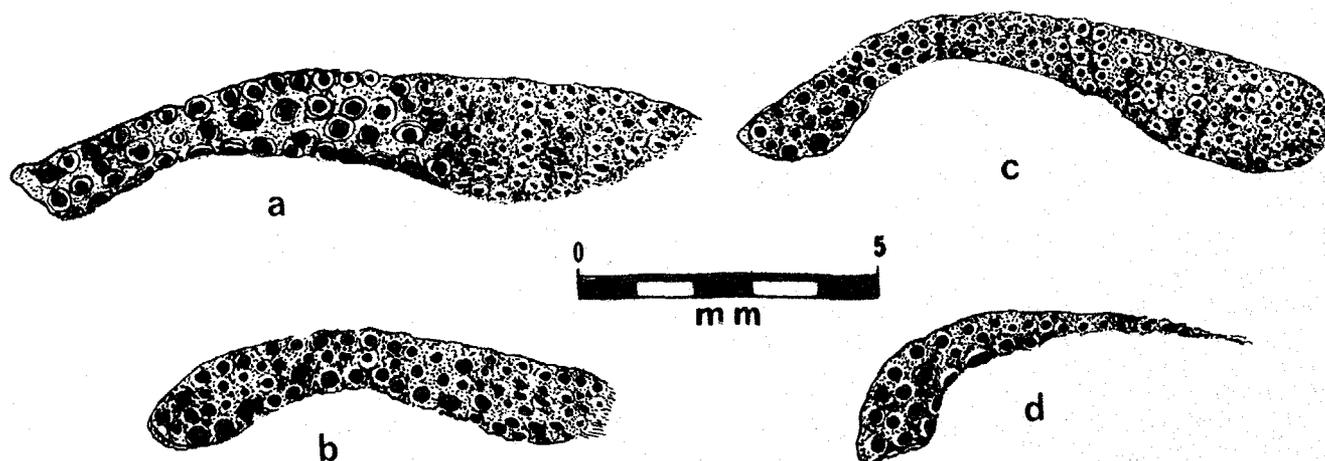


Fig 4. En los premaxilares se puede apreciar tanto el número como el tamaño de los dientes del *Ch consocium* (a), del *Ch lucius* (b), *Ch ocotlanae* (c) y *Otalia promelas* (d)

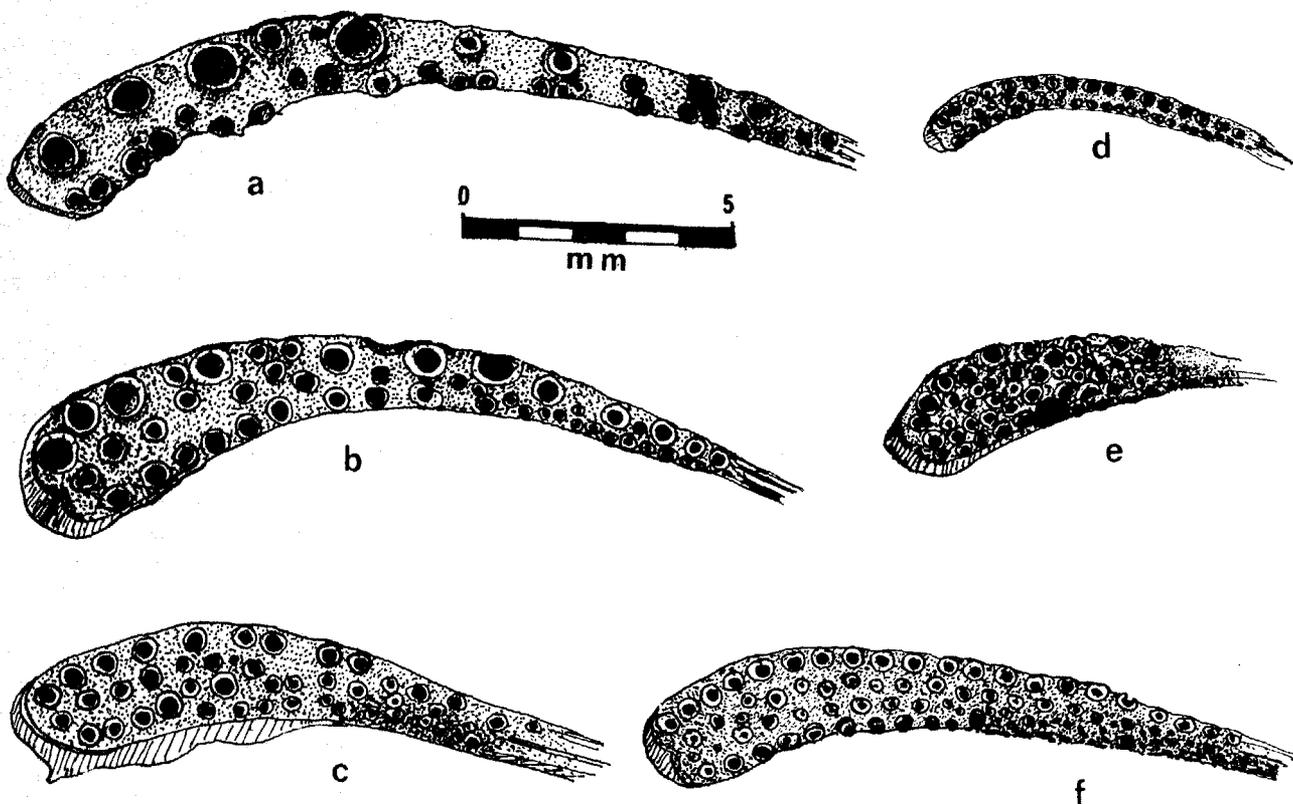


Fig 5. El estudio de los dentarios encontrados en Chapala, por lo que toca a la distribución y el tamaño de los alveolos, permitió la identificación de estos 6 ejemplares

huellas o alveolos es difícil de distinguir. No obstante, en cuanto se examinan unos cuantos premaxilares, la diferenciación se hace con bastantes probabilidades de acertar.

*Ch ocotlanae* (Fig 4c) también tiene dientes grandes en la región anterior del premaxilar, sobre todo en la parte distal al proceso ascendente. Los de la serie interna, unos 4 o 5, son mayores que las 2 series externas. La región posterior del hueso está ocupada por dientes pequeños y notablemente numerosos, especialmente los más traseros, al grado de que en la parte dentada más ancha pueden contarse 6 o más unidades desde el borde labial hasta el lingual.

*Otalia promelas* (Fig 4d) tiene dientes poco numerosos; son grandes en el extremo distal y desde éstos hacia atrás van disminuyendo en cuanto a tamaño. En la región opuesta al proceso ascendente, únicamente pueden distinguirse 2 series, difícilmente 3 en la parte distal y, cuando más, 4 en la posterior.

*Dentarios*. Se localizan en la mandíbula inferior, de la que forman todo el borde superior provisto de dientes.

En *Chirostoma sphyraena* (Fig 5a) hay una serie externa de dientes mayores poco numerosos y separados entre sí; el espacio que hay entre 2 piezas contiguas por lo general es mayor que el tamaño de los dientes. Se encuentra otra serie interna, compuesta por piezas menores y más numerosas. Entre la serie externa y la interna, se notan algunos alveolos más o menos semejantes a los de la serie interna, muy poco numerosos y que de ninguna manera puede decirse que forman una serie.

También en *Ch diazi* (Fig 5b) hay dientes mayores e internos menores. Los primeros son próximos entre sí, con todos los espacios interdentarios mucho menores que la longitud de los dientes mayores. Estos parecen estar dispuestos por pares.

*Otalia* (Fig 5e) tiene los dientes de la serie externa poco mayores que los internos, y próximos entre sí. Además, las piezas externas que se implantan en la región anterior de la mandíbula son menores.

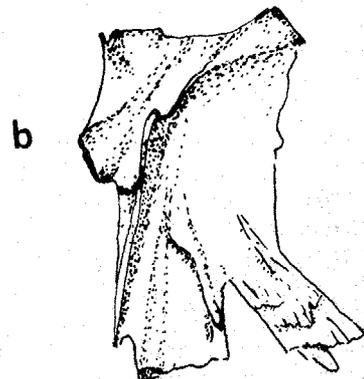
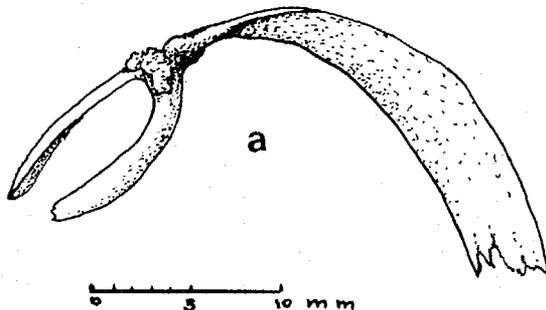
Hay 2 series internas de dientes semejantes, ligeramente menores que los de la serie labial o externa; solamente en la región cercana al mentón, suelen distinguirse, en pocos ejemplares, 4 piezas en una línea transversal, entre el borde lingual y el labial. En la región posterior de la mandíbula, sólo hay una serie de dientes pequeños.

*Ch labarcae*, del que no se encontraron restos fósiles, es una especie no mayor de 12 cm; tiene dientes mandibulares bastante grandes en relación con el tamaño de los ejemplares, irregularmente dispuestos en cuanto a separación, pero distantes entre sí. Hay también unos cuantos dientes pequeños, muy pocos, en la región posterior de la mandíbula, formando una serie en el borde del hueso que nos ocupa. No se percibió serie interna; si acaso, una que otra pieza aislada.

*Ch arge*, que pertenece también a las especies comúnmente llamadas charales, y del cual no se recogieron fósiles, está provisto únicamente de una serie de dientes mayores y no se notan piezas menores, o éstas son tan pequeñas que no dejan huella en la mandíbula cuando se desprenden. Ninguna de las mandíbulas recogidas en Chapala presenta caracteres semejantes a los descritos, que serían, por el tamaño y la disposición de los dientes, muy notables.

Es difícil separar los dentarios de las especies que poseen dientes pequeños, más numerosos y con menor diferencia de tamaño entre los externos y los internos. Por lo antes dicho, es muy probable que se hayan cometido errores en la identificación de las mandíbulas con las particularidades señaladas.

Fig 6. Determinar la especie a que corresponden los maxilares (a) y los hiomandibulares (b) fue imposible por el deterioro y la pérdida de las partes más deleznable



En *Ch consocium*, como en *Ch lucius* y *Ch ocotlanae*, los dientes de la serie labial son un poco mayores que los internos, pero la diferencia es menor en *Ch consocium* (Fig 5c). En los fósiles asignados a esta especie, tanto los alveolos de la serie exterior como los de la interior se ven más amplios que los intermedios. La serie externa tiene alveolos pequeños en la región mentoneana. El contraste entre los alveolos grandes y los menores es fácilmente perceptible, dentro del margen de diferencia ya referido.

Las huellas encontradas en los restos mandibulares asignados a *Ch ocotlanae* (Fig 5f) son casi uniformes; muy pocas tienen tamaño inferior a las demás, salvo las de la región posterior de la mandíbula, que además sí son pequeñas y numerosas.

*Ch lucius* (Fig 5d) tiene la serie externa formada por piezas mayores, como en *Ch consocium*; pero en la especie que nos ocupa, la serie interna se compone de dientes más o menos iguales que los de las intermedias. Debe hacerse notar que las piezas dentarias de la serie externa son iguales entre sí, no mayores las de una zona que las de otra.

CUADRO I

Número de dentarios y premaxilares de aterínidos, por especie, encontrados en las cercanías de Chapala, Jal.

ESPECIES	Premaxilares	Dentarios
<i>Chirostoma sphyraena</i>	0	19
<i>Ch diazi</i>	0	10
<i>Ch consocium</i>	13	8
<i>Ch lucius</i>	15	1
<i>Ch ocotlanae</i>	29	25
<i>Ch labarcae</i>	0	0
<i>Ch arge</i>	0	0
<i>Ch chapalae</i>	3	0
<i>Otalia promelas</i>	5	4
Piezas no identificadas	34	21
Fragmentos (22)		

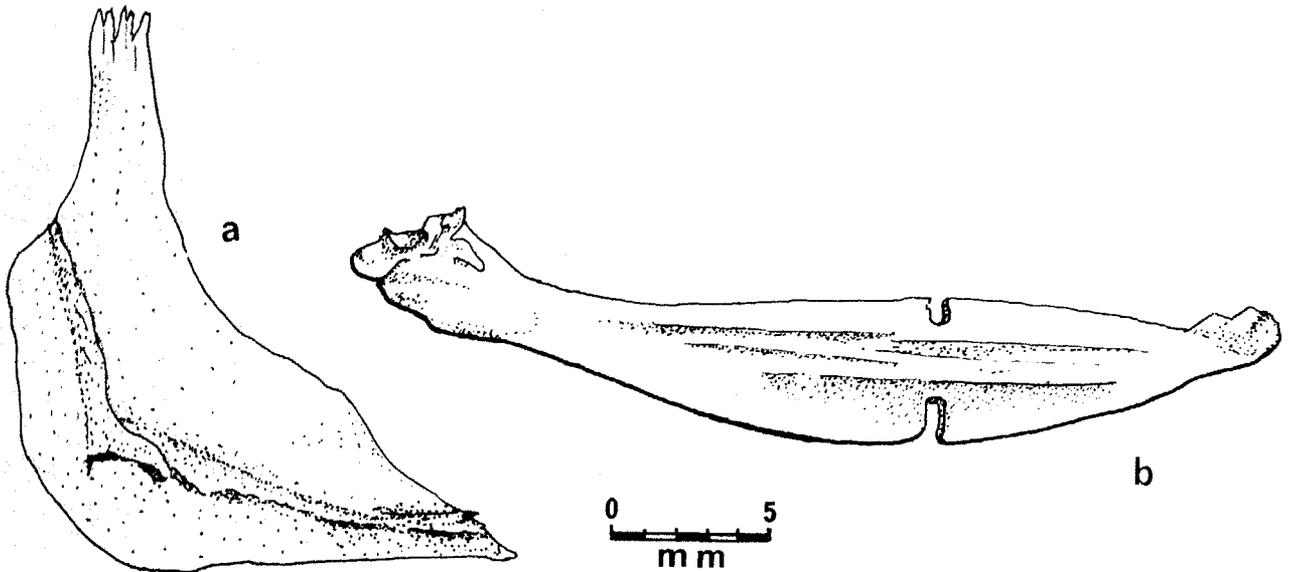


Fig 7. Del epiceratothial (b) se estudiaron 14 piezas, y una de ellas parece pertenecer a un *Chirostoma consocium*. El preopérculo (a) es, probablemente, de un *Ch sphyraena*

El Cuadro I indica el número de premaxilares y dentarios identificados de cada especie de aterínidos, comprendidos en el material fósil de Chapala. Como se puede ver, fueron encontrados 34 premaxilares y 21 mandibulares que a pesar de identificarse como tales, por estar muy deteriorados no fue posible asignarlos a especie alguna. Además, hay 22 fragmentos que indudablemente son de huesos dentados de aterínidos, pero que difícilmente podría decirse si son mandibulares o premaxilares.

Sorprende el hecho de que no se haya recogido ningún premaxilar de *Ch sphyraena* ni *Ch diazi*, a pesar de tratarse de especies corpulentas cuyos restos deben ser bastante perceptibles. Debido a esta circunstancia, el material fue examinado repetidas veces, sin llegar a modificar las identificaciones primeras. A pesar de que no es pertinente descartar la posibilidad de error, la ausencia de premaxilares en las especies aludidas bien puede deberse al azar.

Por lo que se refiere a *Ch labarcae*, *Ch arge* y *Ch chapalae*, como se indicó al principio del trabajo, su falta se debe, casi con seguridad, al método de recolección.

**Maxilares (Fig 6a).** Es largo y curvado; puede considerarse formado por 2 partes: una inferior, laminar alargada, que constituye la mayor parte del hueso, y la otra articular, que es como horquilla conformada mediante 2 lamelas paralelas.

En su posición, cada miembro del par que forman estos huesos, se encuentra por detrás del premaxilar correspondiente; las 2 lamelas abrazan el proceso ascendente y la parte laminar baja hasta sobreponerse a la parte posterior de la mandíbula.

Se estudiaron 8 fragmentos; 2 de la parte articular y 6 de la laminar. Tampoco en estos restos fue posible determinar más que la familia.

**Región hioidea. Hiomandibular (Fig 6b).** Se trata de un hueso par, más o menos plano y cuadrangular, que comunica al aparato hioideo con la región ótica del neurocráneo. Tiene 3 apófisis articulares: una en el borde posterior, otra en el ángulo anterior del borde superior, y una más que tiene 2 facetas articulares en el ángulo posterior del borde superior mencionado.

No fue posible encontrar características notables y constantes que pudieran distinguir específicamente los hiomandibulares de los aterínidos actuales de Chapala, y por lo tanto fue impracticable la determinación de especies en los 16 fósiles sometidos al examen. Además, todos ellos han perdido, por deterioro, las partes más deleznable, lo que agrega dificultades al problema.

**Epihial y ceratothial (Fig 7b).** Estas 2 unidades esqueléticas forman por lo general una sola pieza, ya que se enlazan por medio de sinartrosis íntima. Dicho lo anterior, se hace aquí referencia al epiceratothial como si fuese una sola estructura.

Fusiforme y alargado, constituye la base de apoyo para los radios branquiostegos —4 sobre la mitad anterior que es el ceratothial y 2 sobre la posterior o epihial—; se encuentra en la parte ventral interna de la cabeza. Tanto en el borde

superior como en el inferior y hacia la parte media, suelen verse sendos entrantes o incisiones que marcan, aunque imprecisamente, el límite entre el epihial y el ceratohial.

De estos fósiles se estudiaron 14 piezas: una en que los 2 componentes permanecen unidos; un ceratohial que muy probablemente corresponda a *Chirostoma consocium*, y 8 ceratohiales o mitades anteriores, cuya identidad es aún más difícil de establecer que en el caso anterior.

La dificultad no estriba solamente en el deterioro que han sufrido los restos estudiados, sino también en que no se encontró, en los ejemplares actuales, ninguna característica que pudiera revelar la especie a que el espécimen pertenece.

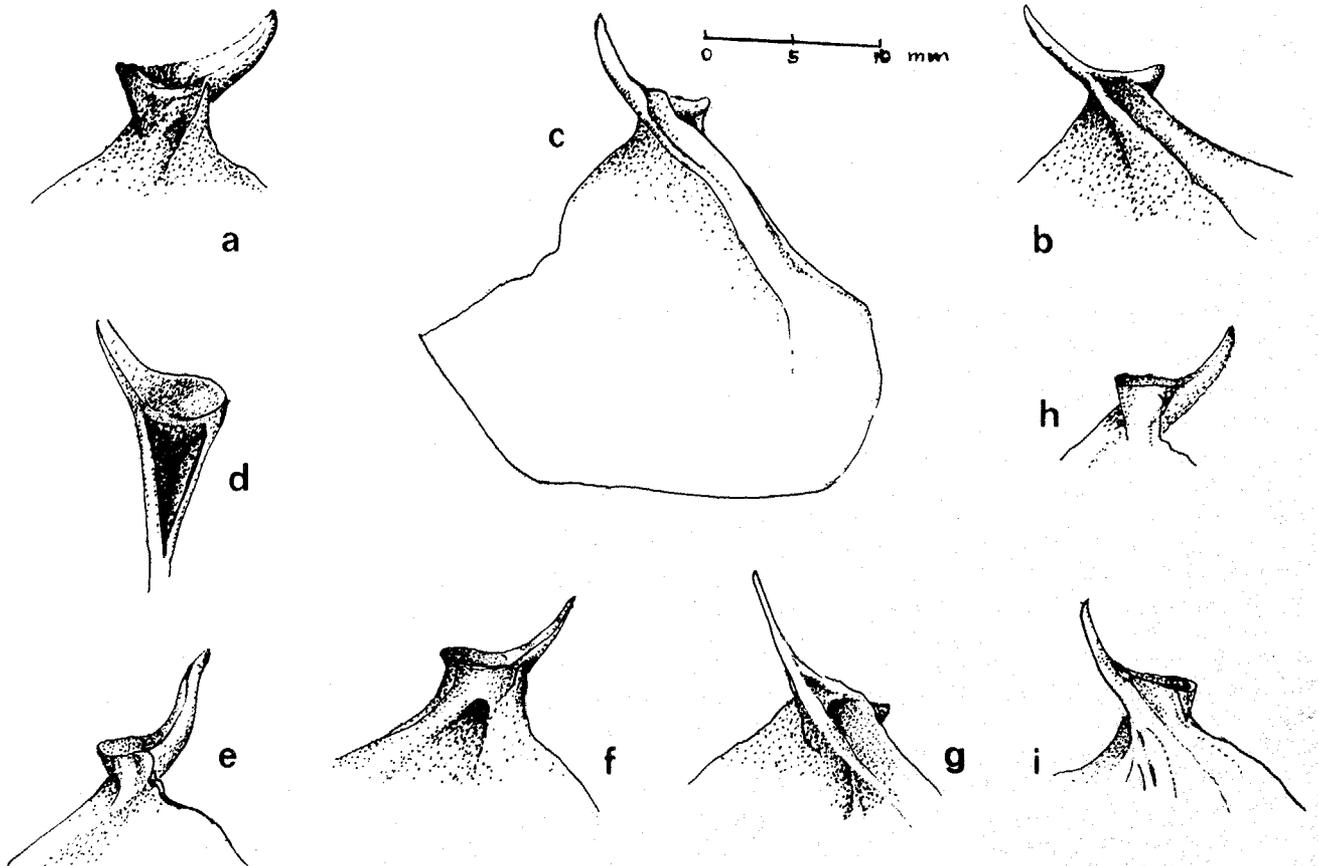
**Preopérculo (Fig 7a).** Es plano y contribuye, como el opérculo, a ocluir la cavidad branquial, pues se encuentra por delante de tal hueso. Su forma es más o menos triangular y se relaciona hacia adelante con el cuadrado, el simpléctico, el metapterigoideo y el hiomandibular. El perfil posterior es vertical y correspondería al cateto mayor del triángulo; el lado inferior, que sería el menor de los catetos, queda horizontal.

Hay un canal de la línea lateral cefálica que sigue más o menos el contorno externo del preopérculo, pero a regular distancia del borde.

Sólo se encontró un resto fragmentado de preopérculo, que al compararse con los de especies actuales, mostró mayores semejanzas con los de *Chirostoma sphyraena*.

**Opérculo (Fig 8).** Se encuentra uno a cada lado de la región cefálica posterior, donde contribuye a cubrir la cámara branquial. Es muy plano y delgado; en los aterínidos a que ahora se hace referencia, tiene la forma de un triángulo casi equilátero. En el ángulo superior presenta una foseta articular y sobre ella, por la cara externa, una apófisis espinosa que se prolonga hacia la cara externa del opérculo mediante un reborde que en ciertos casos toma la apariencia de laminita.

Fig 8. Las peculiaridades que se notan en la foseta articular y la apófisis de estos opérculos, permitieron hacer la clasificación de las especies con bastante aproximación



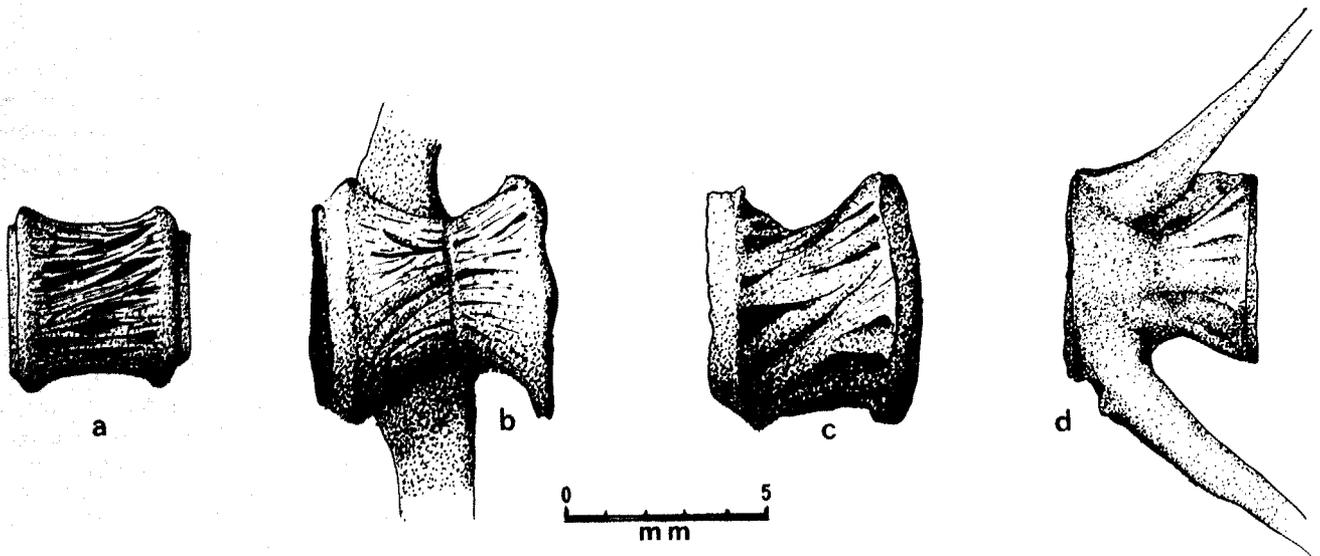


Fig 9. Serie de vértebras de aterinidos: a) cilíndrica anterior; b) torácica con surco circundante; c) torácica con estrías diagonales, y, por último, d) caudal constreñida

Es relativamente difícil identificar la especie a que cada pieza pertenece; sin embargo, parece que ciertas características pueden servir para determinar el taxón correspondiente.

En los restos estudiados se hallaron 11 opérculos, ninguno de ellos completo, pero como las peculiaridades que permitieron identificarlos se encuentran en la foseta articular y en la apófisis, en 10 huesos puede aventurarse una determinación.

Como al tratar de otras piezas, es conveniente decir que todos los restos colectados pertenecen a las especies de mayor talla, y por lo tanto es permisible descartar a *Chirostoma labarcae*, *Ch chapalae* y *Ch arge*.

Con relación a la apófisis y al reborde en que se continúa, es factible separar las 6 especies mayores en 2 grupos: *Ch sphyraena* y *Ch diazi*, por un lado, en que apófisis y reborde afectan contorno sinusoide, y las otras 4 especies en las que la estructura aludida es sensiblemente recta. No fue posible separar definitivamente las 2 especies de borde sinusoide; si acaso, pudieran distinguirse en que *Ch sphyraena* (Fig 8c, d, e) tiene una fosa triangular en la región anterior del borde superior del opérculo; esta fosa está limitada anteriormente por la cavidad articular, al exterior por el borde mismo del opérculo y en la parte interna por un reborde adicional. Los opérculos de *Ch diazi* (Fig 8h, i) actuales y obser-

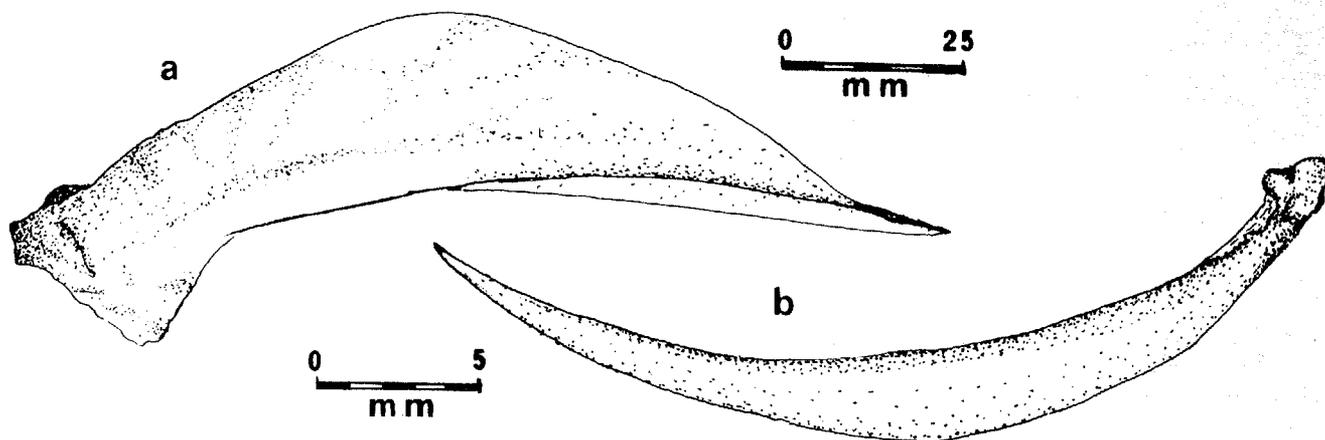
vados para este estudio, carecen de la foseta antes descrita.

De las 4 especies con el reborde recto, *Ch consocium* (Fig 8a, b), representada por 2 piezas fósiles, y *Ch ocotlanae* (Fig 8f, g), a la que se han asignado 4, tienen en el borde de la foseta articular, una espina, por lo general bien definida. Entre los 2 taxones que nos ocupan, la diferencia notable se encuentra en la cara interna del opérculo: *Ch ocotlanae* presenta una fosa bien notable como a la mitad basal del cuello que separa a la foseta articular, de la lámina general del hueso. Obvio es decir que no se encontró tal fosa en *Ch consocium*.

No hubo entre los restos colectados, ningún ejemplar que pudiera asignarse a *Ch lucius* o a *Otalia promelas*.

*Radios branquiostegos* (Fig 10b). Son huesos largos en forma de sable, agudos en el extremo distal y con un engrosamiento en el extremo por donde se articulan; 4 de ellos se unen al ceratohial y 2 al epihial. A cada lado de la cabeza y por debajo de la región opercular respectiva, los radios branquiostegos forman una serie en la cual cada uno es mayor respecto al precedente, de tal manera que la longitud y el grosor del más posterior o último, son notablemente mayores que los del primero. Entre todos sostienen y dan consistencia a la membrana branquiostega, de modo que cuando ésta se retrae, los radios se acomodan a manera de abanico.

Se recogieron 10 radios, pero no fue posible determinar la especie a que pertenecieron.



### Columna vertebral

Las vértebras forman el mayor acopio de material recogido, pues sólo de aterínidos se contaron más de 2 300.

Como se hizo al estudiar otras regiones, se procedió a disecar y desarticular las columnas vertebrales de los aterínidos actuales de Chapala y a buscar las características diferenciales entre las especies. Desgraciadamente, no fue posible encontrar particularidades que sirvieran para separar, sin lugar a duda, las vértebras pertenecientes a cada uno de los taxones involucrados en este trabajo.

No obstante, se vio que en la mayoría de las vértebras torácicas de *Chirostoma ocotlanae* (Fig 9b) se presenta un surco que circunda al cuerpo vertebral en su parte central, que es, a su vez, la más constreñida. Por esta circunstancia, se separaron 589 piezas que muy probablemente pertenezcan a la especie mencionada, pero sin duda, muchas de las vértebras apartadas en otros grupos, son también del *Chirostoma* que nos ocupa.

Se notó, asimismo, que las vértebras torácicas más cercanas al cráneo (Fig 9a) son más cilíndricas y tienen mayor número de estrías, sobre todo en *Ch diazi* y *Ch sphyraena*, pero a medida que la pieza corresponde a una región más alejada de la cabeza, las estrías van disminuyendo en cuantía y el cuerpo vertebral se hace más constreñido (Fig 9d). A tal grado se presenta dicha particularidad, que las últimas vértebras caudales de ejemplares mayores de las especies antes aludidas, se confunden con piezas anteriores de otros aterínidos.

En poco menos de 200 cuerpos vertebrales del material fósil, especialmente de los mayores, se notó que las estrías no son precisamente lon-

Fig 10. Huesos largos pertenecientes a aterínidos, de forma muy parecida a un sable. El marcado con la letra a) corresponde a un cleitro; el b), a un radio branquióstego

gitudinales, sino que guardan una posición más o menos diagonal con respecto al eje general de la columna (Fig 9c). Como en los ejemplares actuales disecados no se percibió esta característica en forma tan notable como en los fósiles, es posible que se trate de una particularidad presente sólo en ejemplares muy grandes y que se adquiera cuando el pez alcanza edad muy avanzada, circunstancia que en nuestros días no se logra por el impacto de la pesca intensiva.

En general, no es posible separar las piezas en estudio, de acuerdo con la especie a que pertenecen. Quizá mediante una investigación muy minuciosa, que sería tardada y no corresponde a los objetivos de la presente aportación, se pudieran encontrar características apropiadas, para determinar acertadamente la especie representada por cada vértebra.

Tampoco fue posible diferenciar las placas hipúricas de las especies; por lo tanto, las 4 que se encontraron y fueron identificadas como de aterínidos, quedan registradas únicamente al rango de familia. Lo mismo puede decirse acerca de varias costillas, en general fraccionadas, que también incluye el material fósil.

### Esqueleto apendicular

Se comprenden en este apartado los huesos que sirven de apoyo y los que forman la estructura de sostén intrínseca de las aletas pares y de las impares.

En los fósiles colectados en Chapala, solamente se incluyen cleitros y radios.

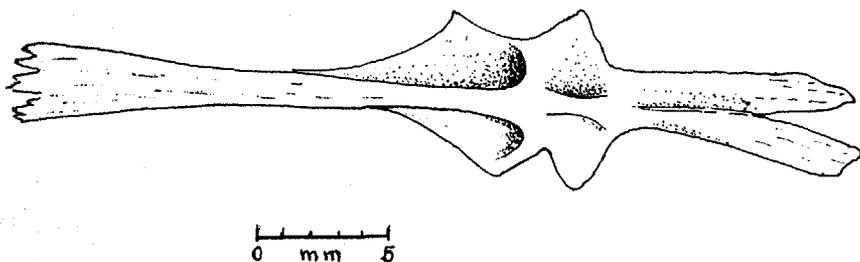
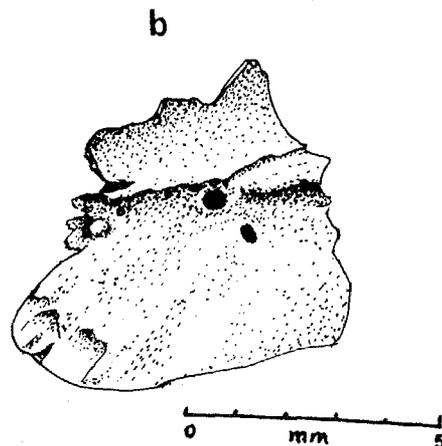
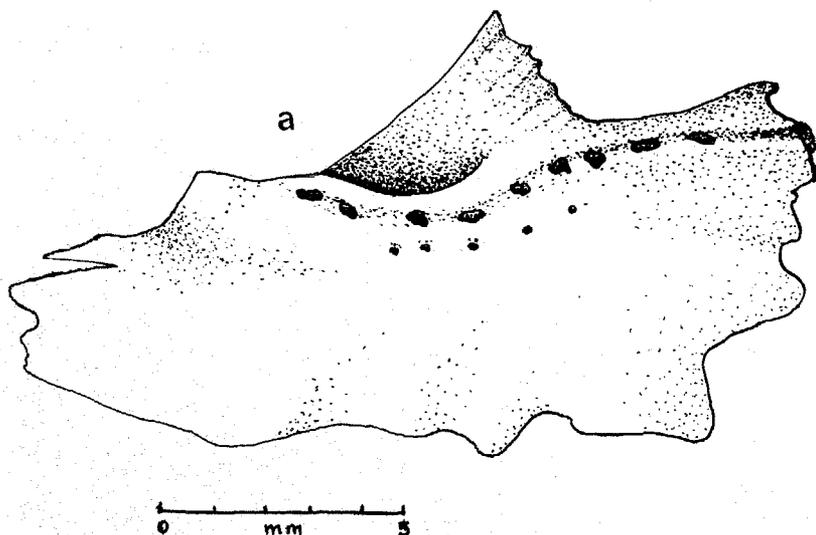


Fig 11. Vista dorsal del paraesfenoides de un ciprinido. En la figura puede apreciarse una serie de estructuras muy peculiares que aparecen en estos huesos impares

**Cleitro (Fig 10a).** Bordea posteriormente la abertura opercular y es el hueso mayor de la cintura pectoral; en los peces de la familia de que ahora se trata, tiene forma general falcada, en que el extremo agudo es ventral anterior, y el romo dorsal posterior. Además, la cara externa del hueso es convexa y la interna es cóncava. Relacionadas con la cara interna, se encuentran dos láminas secundarias, dorsal una y la otra ventral, que suman complejidad al cleitro, sin que por ello proporcionen características utilizables para determinar la especie a que los huesos hayan pertenecido.

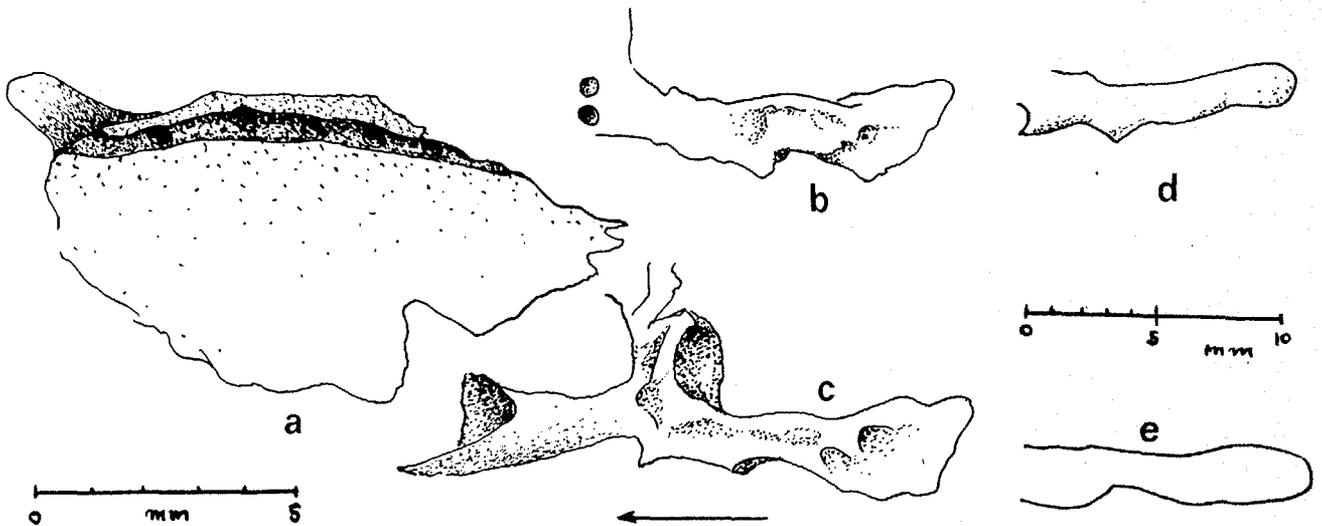
Fig 12. El hueso frontal a) es difícil de encontrar en las exploraciones debido a su gran tamaño y al poco espesor de sus láminas. b) esfenótico de *F Chapalae*



La circunstancia de que la estructura antes aludida sea peculiar de los aterínidos, y en vista de que el género más abundante de los 2 que viven en Chapala es *Chirostoma*, permite inferir que las 13 piezas fracturadas, incluidas en el material estudiado, pertenecen a dicho taxón, sin hacer señalamiento de especie.

#### Estudio osteológico de los Ciprinidos

Los peces pertenecientes a esta familia, que actualmente viven en la laguna de Chapala, son: *Algansea rubescens*, *Falcularius chapalae*, *Xistrosus popoche*, *Yuriria alta*, probablemente *Algansea stigmatura* que se encuentra en la cuenca del río Grande de Santiago y alguna especie de *Notropis*. Sólo se han tomado en cuenta las 4 primeras especies, ya que *A stigmatura* no se ha registrado expresamente de la laguna, además de que osteológicamente no se percibieron caracteres útiles para diferenciarla de *A rubescens*. Tampoco *Notropis* se ha capturado en Chapala y por ser tan



pequeño, no está representado en el material fósil, en caso de que sí viviera en la localidad estudiada.

### Cráneo

Como se hizo con los aterínidos, se presentan las observaciones regionalmente y sólo de las estructuras representadas en el material fósil.

**Región orbital. Paraesfenoides (Fig 11).** Hueso largo e impar que se encuentra en la línea media de la cara inferior del neurocráneo; su eje mayor es anteroposterior. La figura muestra el aspecto dorsal del hueso y en ella se pueden ver algunas de las estructuras peculiares.

Al comparar los paraesfenoides de especies vivientes en Chapala, se encontró que las diferencias son lo suficientemente notables, para permitir la identificación genérica, que en el presente caso es específica.

Así, los dos paraesfenoides de ciprínidos incluidos en la colección de fósiles, base de la presente comunicación, se refieren, sin duda, a *Falcularius chapalae*.

**Frontal (Fig 12a).** Se encuentra uno a cada lado de la parte dorsal anterior del neurocráneo. Debido a que son unos de los huesos de mayor tamaño en la cabeza y al poco espesor de sus láminas, es sumamente difícil encontrar alguno completo, sobre todo de ejemplares pequeños o de las especies caracterizadas por la delgadez de los huesos planos del cráneo.

Se examinaron 4 frontales fósiles, más o menos bien conservados, que se identificaron como pertenecientes a *Falcularius chapalae*, tanto por la forma y estructura de sus 2 caras, superior e inferior, como por la disposición y tamaño de los poros de la línea lateral cefálica.

Fig 13. Ciprínidos: a) pterótico de *Falcularius chapalae*; b) proceso faríngeo del basioccipital (*F. chapalae*); c) basioccipital de *Yuriria alta*; d) y e) procesos faríngeos

**Región ótica. Esfenótico (Fig 12b).** Es hueso par que se encuentra posterior a la órbita y está formado por 2 partes, una laminar dorsal y otra masiva ventral.

El único esfenótico de ciprínido incluido en la colección estudiada, por comparación con los de peces actuales, fue referido a *Falcularius chapalae*, ya que las semejanzas entre el fósil y el viviente son muy evidentes.

**Pterótico (Fig 13a).** Hueso par que se localiza a cada lado de la parte posterior de la bóveda craneal. Es más o menos plano y lo recorre, cerca del borde externo, el canal sensorial cefálico.

En los restos estudiados solamente se encontró una pieza de esta clase, que por comparación fue asignada a *Falcularius Chapalae*.

**Región basicraneal. Basioccipital (Fig 13).** Es hueso impar, situado en la porción ventral posterior del cráneo, por debajo del *foramen magnum*. En los ciprínidos actuales estudiados, consta de 3 partes: anterior, media y posterior.

La cara dorsal de la parte anterior, es cóncava y está dividida en 3 cavidades, mediante 2 lamelas verticales y a la vez longitudinales. La parte media del hueso tiene la apariencia de un cono hueco que tuviera la cúspide hacia adelante y constituye el llamado proatlas.

La porción posterior del basioccipital recibe el nombre de proceso faríngeo; la parte de este proceso inmedia al proatlas, se ensancha hacia los lados y es cóncava en la cara ventral; en tal con-

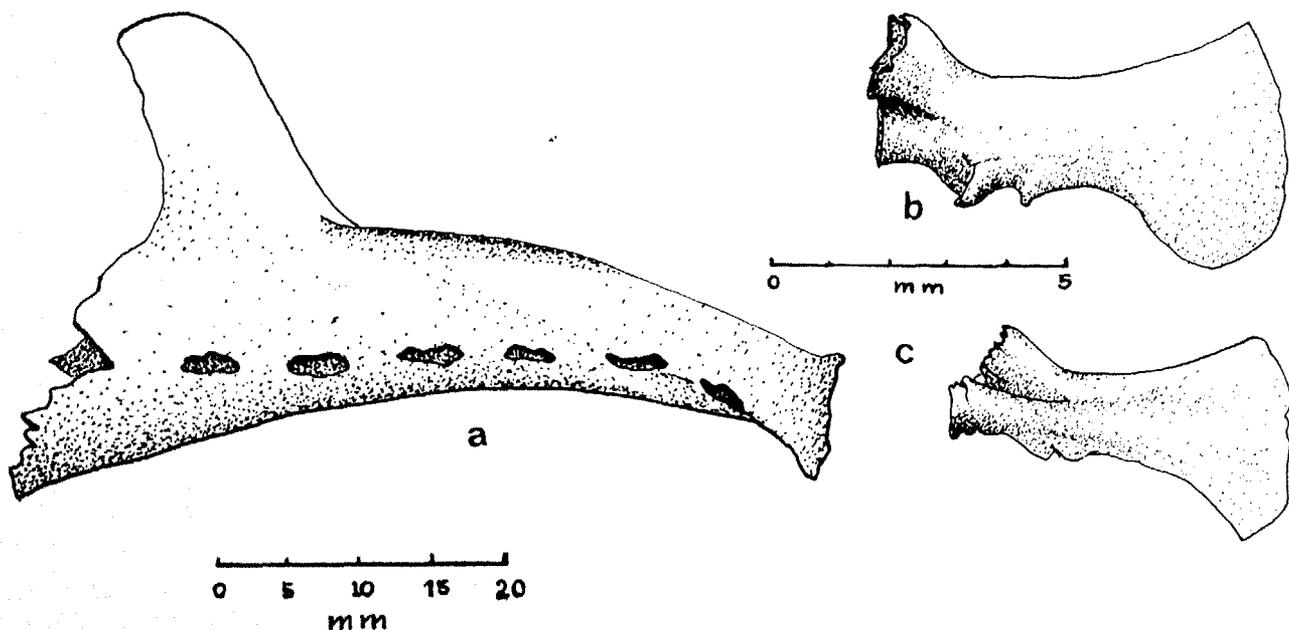


Fig 14. En los ciprinidos, pese al nombre, los huesos dentarios carecen de dientes. En el dibujo: a) dentario; b) paraesfenoides de *F Chapalae*; c) paraesfenoides de *Yuriria*

cavidad se aloja una placa cartilaginosa llamada masticatoria. El resto posterior del proceso es una pequeña lámina vertical alargada.

Se encontraron entre los restos, 14 huesos basioccipitales de ciprinidos y se compararon con los de los géneros actuales. Estos pueden separarse en 2 tipos, por lo que atañe a la pequeña lámina posterior del proceso faríngeo: por un lado *Algansea* y *Xistrosus* en los que todo el hueso es poco consistente y la lámina muy simple, y por otra parte *Falcularius* y *Yuriria* en que el basioccipital es resistente y la lámina presenta varios rebordes y rugosidades. No es posible hacer diferenciación entre los huesos de este segundo tipo, y como todas las piezas recogidas entre los fósiles se agrupan en él, solamente se puede decir que pertenecen a *Yuriria* o a *Falcularius*.

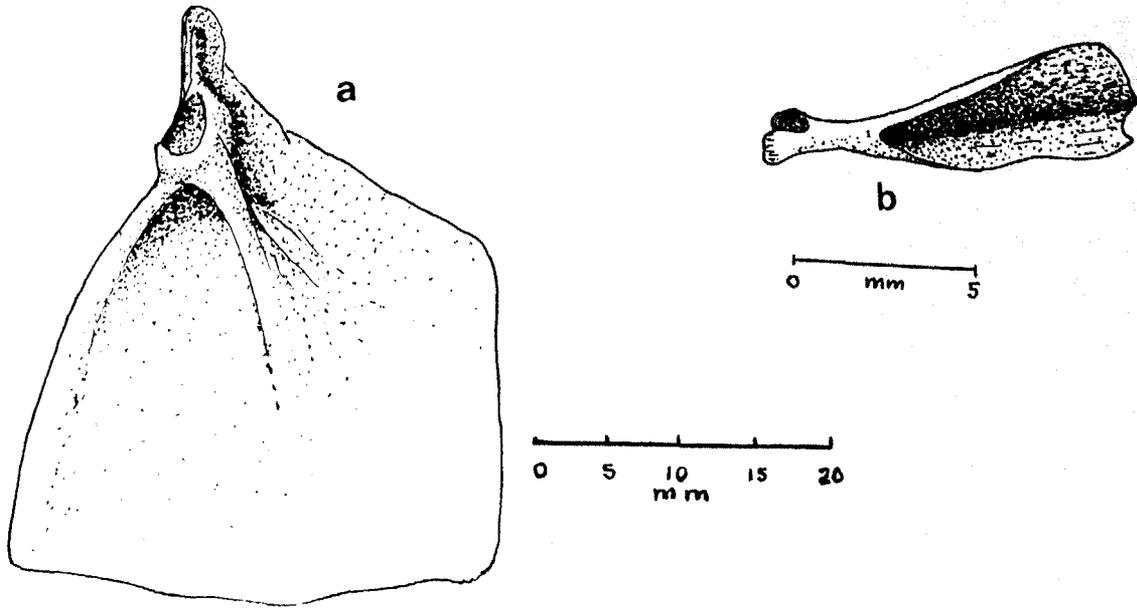
**Región oromandibular. Dentario (Fig 14a).** Forman la mayor parte de la mandíbula inferior, especialmente la región central. En los ciprinidos, los dentarios, a pesar del nombre, carecen de dientes. Son huesos largos y delgados, cóncavos por la cara interna o lingual y convexos en la externa o labial. En la parte posterior del borde dorsal se encuentra la rama ascendente. Cerca del borde ventral hay una serie de poros y un tubo, correspondiente a la llamada rama mandibular de la línea lateral cefálica.

Al examinar los dentarios de los 4 ciprinidos de Chapala, a pesar de la muy acentuada semejanza entre ellos, se puede notar en *Algansea* y *Falcularius*, que la articulación mentoneana es relativamente amplia y que en *Xistrosus* y *Yuriria*, es angosta; en éstas, además, el hueso se alarga muy perceptiblemente en la región proximal a la mentoneana.

De los 10 dentarios de ciprinidos estudiados, a pesar de que 4 de ellos están muy desgastados probablemente por la acción de la arena en la playa, puede decirse que 8 pertenecen al primer tipo aludido en el párrafo anterior. De éstos, 6 coinciden con la forma peculiar de *Falcularius* y 2 no se ajustan precisamente a ella, sino que su mayor parecido es con los dentarios de *Algansea* actual, sin que la coincidencia sea completa. No obstante, se les asigna a este género. De los 2 restantes, por comparación se atribuye uno a *Yuriria* y el otro a *Xistrosus*.

**Región hioidea. Ceratohial.** Se encuentra uno a cada lado de la región ventral del esplagnocráneo; son huesos largos y gruesos, más o menos cilíndricos en la parte anterior y laminares en la posterior, que se articula fuertemente con el epihial, al grado que difícilmente se separan. Sin embargo, en el material procedente de Chapala, los 6 ceratohiales de ciprinidos colectados están desarticulados del epihial.

Las piezas obtenidas por disección de peces actuales son perfectamente diferenciables, de manera que al compararlas con los fósiles, se pudo saber que 3 corresponden a *Falcularius chapalae* (Fig 14b) y 3 a *Yuriria alta* (Fig 14c).



**Opérculo (Fig 15a).** Los pertenecientes a ciprínidos se distinguen de los de aterínidos, porque los primeros son mucho más gruesos, tienen forma perceptiblemente cuadrangular y la apófisis que está sobre la foseta articular no es propiamente espiniforme, sino plana, a manera de lengüeta.

Fue examinada una buena cantidad de opérculos de ciprínidos vivos, sin encontrar caracteres para diferenciarlos, ni siquiera a nivel de género. Cuando alguna particularidad parecía utilizable, se hicieron más disecciones y siempre se llegó a la certidumbre de que todas las diferencias entre las piezas estudiadas se deben a variación intraespecífica, y por lo tanto no separan a los taxones.

Al examinar el material fósil de Chapala, aparentemente es posible separar piezas distintas, pero mediante examen minucioso se llega al convencimiento de que el deterioro natural de los huesos es el principal causante de la disimilitud.

Tomando en cuenta lo dicho, 42 operculares fósiles sometidos a estudio, sólo se estiman como pertenecientes a ciprínidos.

**Urohial (Fig 15b).** Hueso impar que se encuentra en el plano mesial de la región ventral posterior del llamado branquiocráneo, un poco por delante del ápice agudo de los cleitros. El urohial está formado por una parte anterior aproximadamente cilíndrica, que se inicia por 2 cabezas laterales, separadas por una hendidura vertical; la otra parte del hueso se constituye por 2 láminas, una basal horizontal y otra media vertical, que forman entre sí planos perpendiculares.

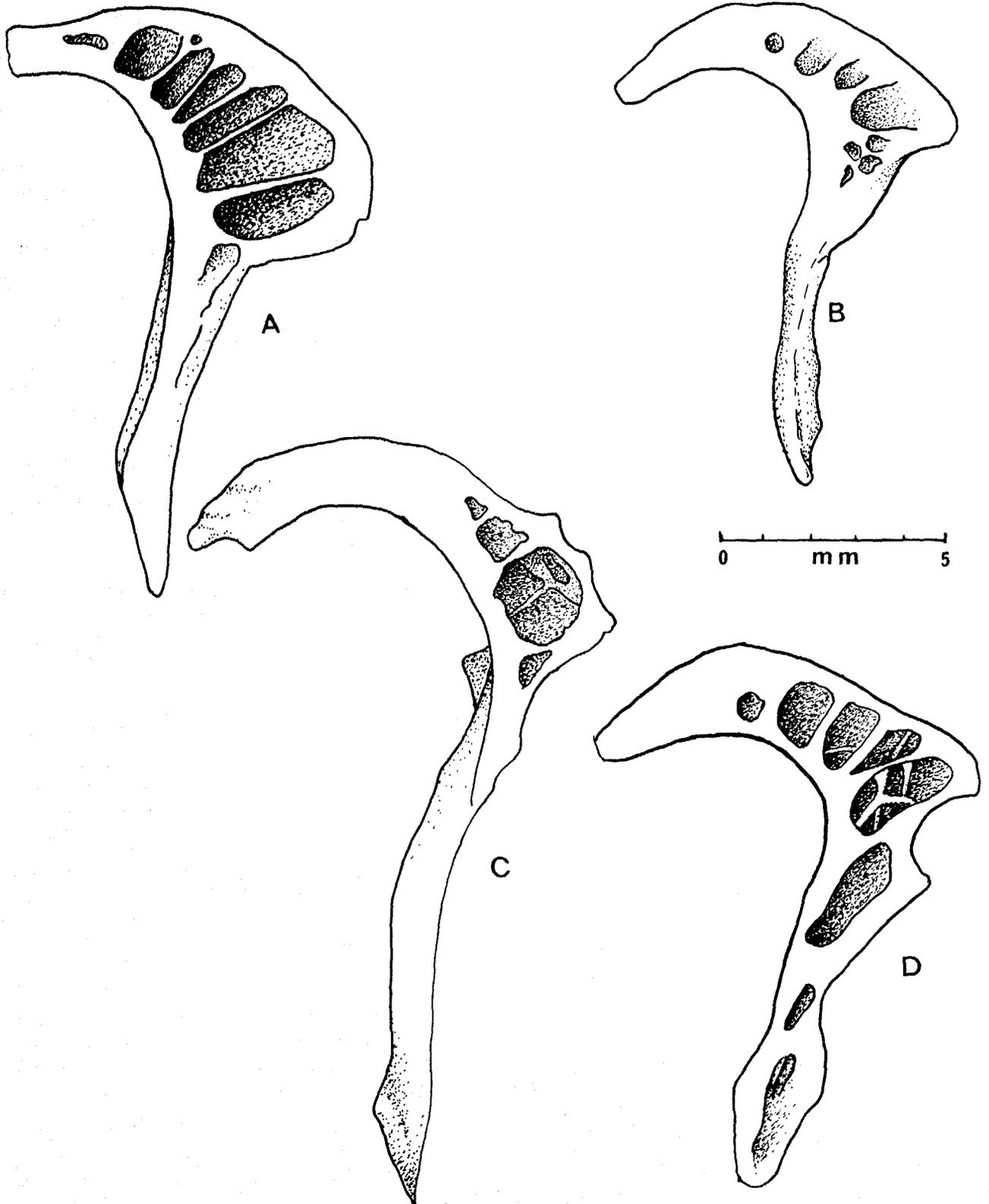
Fig 15. Los huesos de ciprínidos se diferencian de los de aterínidos en su mayor grosor, su forma casi cuadrangular y su foseta articular que adopta la forma de lengüeta

**Región branquial. Huesos y dientes faríngeos.** Desde que se hicieron las primeras disecciones, se observó que los huesos faríngeos de *Xistrosus* son notablemente diferentes de los pertenecientes a los otros 3 ciprínidos de Chapala, pues tienen la rama inferior proporcionalmente de mayor longitud. Con el fin de comprobar estadísticamente lo antes dicho, se tomaron 2 medidas en cada pieza, por lo menos en 10 ejemplares de cada uno de los géneros propios de Chapala. Se midió la distancia comprendida entre la base del cuarto diente faríngeo y el ápice de la rama inferior del hueso; después, la distancia entre el punto más extremo y el más interno de la rama superior del hueso que nos ocupa. Se dividió el valor encontrado en la medida de la rama superior, entre el valor de la longitud de la rama inferior. Los resultados se consignan en el Cuadro II.

CUADRO II

Proporciones de los huesos faríngeos. Longitud de la rama superior, entre longitud de la rama inferior.

ESPECIES	Núm	Mínima	Media	Máxima
<i>Algansea rubescens</i>	11	1.00	1.18	1.34
<i>Yuriria alta</i>	15	1.56	1.75	2.01
<i>Xistrosus popoche</i>	15	0.67	0.95	1.20
<i>Falcularius chapalae</i>	13	1.27	1.65	1.90



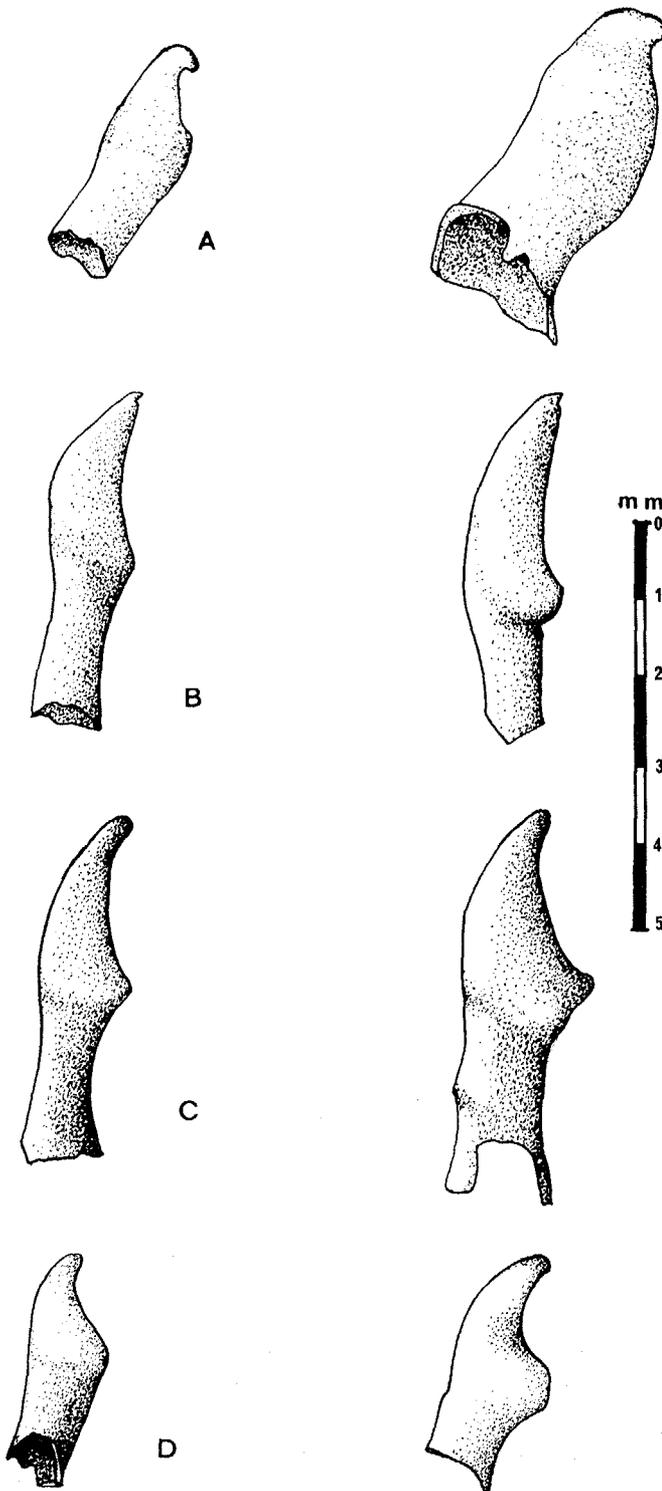


Fig 16. Huesos faríngeos de ciprínidos pertenecientes a los siguientes ejemplares: A) *Algansea rubescens*; B) *Yuriria alta*; C) *Xistrosus popoche*; D) *Falcularius chapalae*

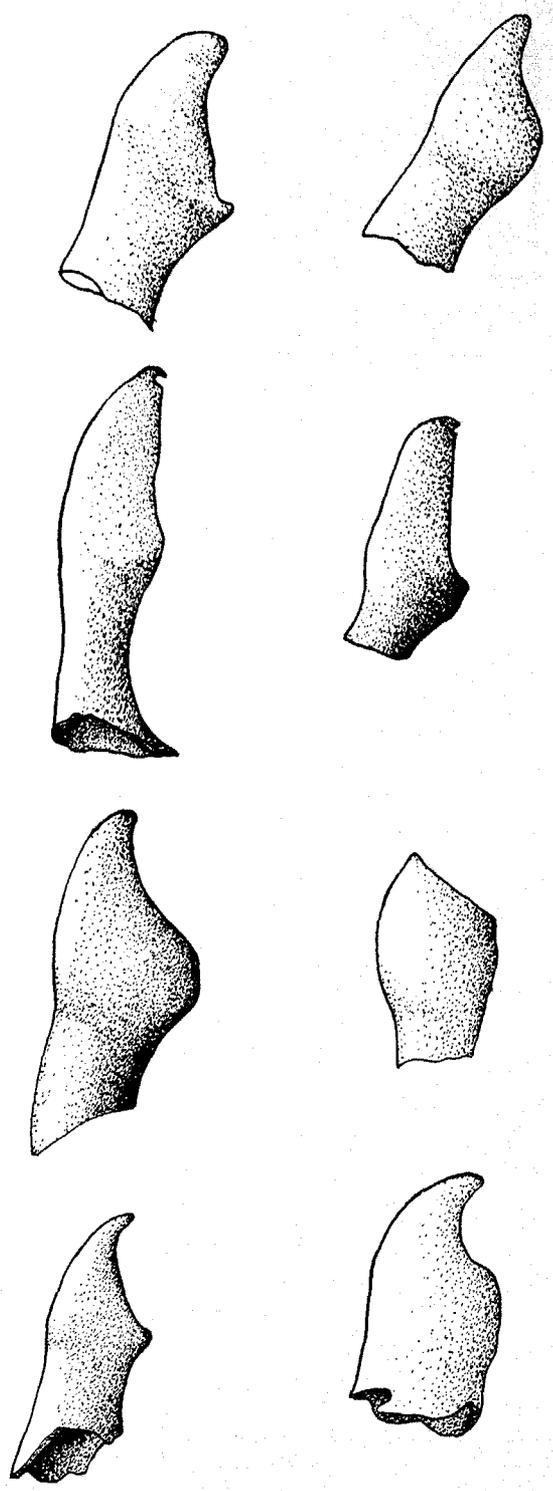


Fig 17. En estos esquemas de dientes faríngeos se ilustran los distintos taxones: A) *Falcularius chapalae*; B) *Xistrosus popoche*; C) *Algansea rubescens*; D) *Yuriria*

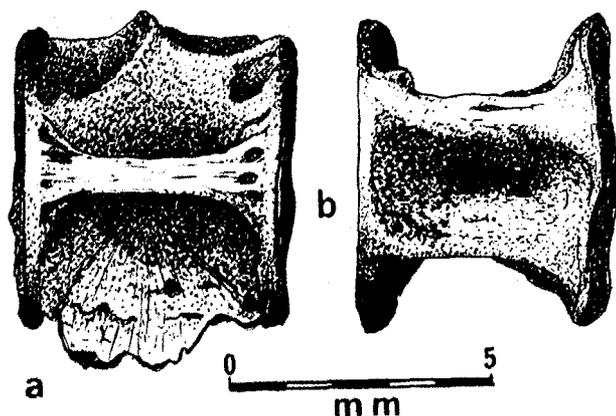


Fig 18. Vértex fósiles de las que puede asegurarse únicamente que pertenecen a ciprínidos. No ha sido posible determinar la especie de cada una de las 1 300 estudiadas

Al examinar el cuadro, se puede concluir que en *Xistrosus popoche* generalmente la rama inferior del hueso faríngeo es mayor que la superior, y que aun el cociente más alto obtenido en este género, es inferior a cualquiera de los máximos correspondientes a los otros taxones.

En los huesos actuales de las especies estudiadas, se notó que la cara anteroexterna presenta particularidades que contribuyen a la diferenciación de por lo menos los ciprínidos de Chapala. Se aprecian lamelas en que se insertan los músculos responsables del funcionamiento de los huesos faríngeos.

En *Algansea rubescens* las lamelas son delgadas, con el borde superficial sensiblemente recto y más o menos radial. Por lo general hay una fisura alargada que se proyecta a lo largo de la rama inferior del hueso (Fig 16a).

En *Yuriria alta* las lamelas son más gruesas, menos numerosas y aun cuando son también radiales, los espacios interlamelares dan la impresión de ser redondeados; en la mayoría de las piezas no se presenta la fisura aludida al tratar de *Algansea*; en su lugar, se aprecia una serie de poros u oquedades pequeñas (Fig 16b).

*Xistrosus popoche* tiene lamelas poco numerosas, radiales, muy semejantes a las de *Yuriria*, pero la oquedad inferior es notablemente mayor que las demás y dentro de ella suele haber lamelas secundarias. Hacia la rama inferior del hueso hay una o 2 oquedades pequeñas; la más baja es, con frecuencia, alargada (Fig 16c).

*Falcularius chapalae* se hace notable porque en buen número de ejemplares, las lamelas inferiores, en la parte más ancha del hueso, forman

como un retículo, no presente en los huesos faríngeos de las otras especies estudiadas. Además, en la rama inferior del hueso hay oquedades considerablemente grandes y alargadas (Fig 16d).

Por lo tocante a los dientes, la diferenciación es difícil, no sólo porque las semejanzas son menores, sino porque muchas piezas están gastadas o son de reposición reciente y no han alcanzado su forma característica. En la Fig 17 se presentan esquemas de los dientes propios de cada taxón, pues parece más ilustrativa la expresión gráfica que cualquier descripción escrita.

La combinación de las características hasta aquí mencionadas permitió identificar, con reducido margen de error, las piezas fósiles, por más que algunas son fragmentos muy parciales. No se intentó determinar el género y la especie de los dientes sueltos, por considerarse inseguro.

Los huesos faríngeos fósiles —completos o fraccionarios—, sometidos a estudio fueron 414, además de 23 dientes sueltos: 26 huesos de *Algansea*, 97 correspondientes a *Yuriria*, 56 identificados como de *Xistrosus*, 226 de *Falcularius*, 7 cuya identificación no fue posible y 6 con muestras de haber sufrido traumatismos, ya que son evidentes las soldaduras ocurridas durante la vida del pez y que ahora dan a los huesos aspectos peculiares que pudieran inducir a errores de identificación.

#### Columna vertebral

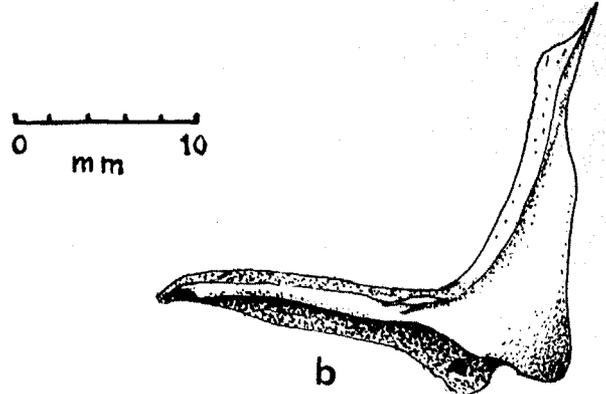
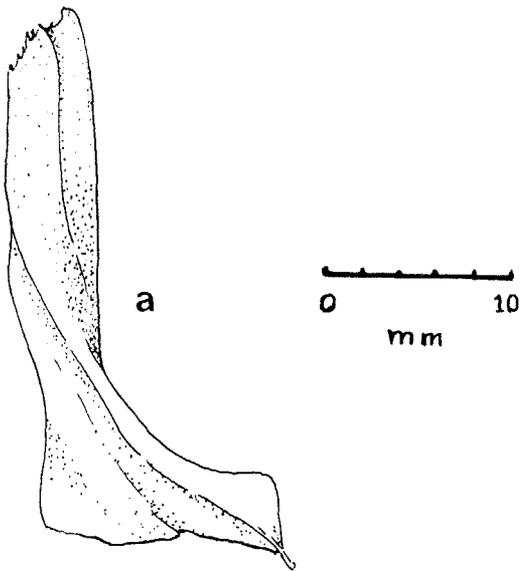
Lo dicho con anterioridad respecto a los ateníidos, es de repetirse en relación con la familia que ahora nos ocupa. Esto es, a pesar de tener la certidumbre de que entre las vértebras fósiles (Fig 18) están representados los 4 ciprínidos actuales de Chapala, no es factible separar las vértebras de acuerdo con la especie a que pertenece cada una de las 1300 estudiadas.

No se encontraron huesos hipúricos, y con referencia a las costillas y apófisis propias del aparato weberiano examinadas, sólo se puede decir que pertenecieron a ciprínidos.

#### Esqueleto apendicular

*Cleitro* (Fig 19). Fue la única pieza correspondiente a esta parte del esqueleto, que se encontró entre los fósiles.

Se trata de un hueso par; se halla uno a cada lado de la región escapular, relacionado con la suspensión de las aletas pectorales. A pesar de que por su complejidad es difícil describirlo, pue-



de decirse que está formado por 2 ramas: una ascendente que mediante el supracleitro se articula con el posttemporal, y otra rama dirigida anterad.

No es fácil indicar las diferencias percibidas entre los cleitros de los 4 ciprínidos estudiados, pero sí es factible, por comparación directa con los huesos de peces actuales, determinar el género a que corresponde cada una de las piezas fósiles.

Así, se encontraron 5 cleitros de *Xistrosus* (Fig 19a), 11 de *Falcularius* (Fig 19b), 12 de *Yuriria*, 6 de *Algansea* y 8 fragmentos cuya identificación no fue posible.

#### Goodeídos

De esta familia solamente se colectaron 3 basioccipitales y 2 dentarios, sin haber llegado a identificarlos más que como pertenecientes a goodeídos.

### CONCLUSIONES

1) El material estudiado es de tal manera

Fig 19. Cleitros de ciprínidos: a) *Xistrosus popoche*; b) *Falcularius chapalae*. Entre los restos fósiles analizados, éste fue el único ejemplar de cleitro que se halló

abundante, que da muy clara visión de la ictiofauna que representa.

2) Fue factible en todos los casos reconocer las familias a que pertenecen los fósiles; generalmente se llegó a identificar los géneros y las especies.

3) Considerando que ninguna de las piezas mostró características que no sean peculiares de las especies vivientes, se puede presumir, con bastante seguridad, que la ictiofauna actual es semejante a la representada por los restos fósiles.

4) Sería conveniente recolectar material con técnicas que permitan obtener aun las piezas de menor tamaño.

5) Para profundizar más en la paleontología regional, se recomienda buscar localidades fosilíferas susceptibles de ser fechadas.

### BIBLIOGRAFIA

ALVAREZ, J

1966 "Contribución al Conocimiento de los Bagres Fósiles de Chapala y Zacoalco, Jalisco, México", en *Paleontología I*. INAH, México.

BERTINI, L

1948 "Squelette Appendiculaire", en: Grassé, P. *Traité de zoologie*, 12: 710-747. París.

CLEMENTS, T

1963 "Pleistocene History of Lake Chapala, Jalisco, México". *20th International Congress of Geology*, 1956; 7: 75-77.

GREGORY, WK

1959 *Fish Skulls*. Eric Lundberg Ed, Laurel, Florida, USA.

